

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**Н.І. Кульбашна**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**ДО ВИКОНАННЯ**

**РОЗРАХУНКОВО – ГРАФІЧНОГО ЗАВДАННЯ**

**з дисципліни**

**„ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІСЬКОГО  
ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ”**

(для студентів 4 курсу заочної форми навчання і ФПЗ спеціальності  
7.092202 - „Електричний транспорт”)

**ХАРКІВ – ХНАМГ - 2008**

Організація експлуатації міського електротранспорту: Методичні вказівки до розрахунково-графічного завдання (для студентів 4 курсу заочної форми навчання і ФПЗ спеціальності 7.092202 - „Електричний транспорт”). Укл. Н.І Кульбашна, – Харків: ХНАМГ, 2008. – 18 с.

Укладач: Н.І. Кульбашна

Рекомендовано кафедрою Електричного транспорту, протокол № 14  
від 17.05.2008

## ВСТУП

Місія підприємств міського електротранспорту полягає у наданні населенню послуг з переміщення територією міста. Мета діяльності - отримання прибутку від перевезень, що має спрямовуватись на розширене відтворення діяльності, забезпечення інноваційного розвитку підприємства.

Відповідно до обсягу пасажироперевезень має бути здійснена транспортна робота, яка може бути вище потрібної на величину непродуктивного пробігу (нульові пробіги), непродуктивних витрат, пов'язаних з неефективним використанням місткості рухомого складу.

Головним критерієм ефективності використання рухомого складу є мінімум варіацій наповнення., тобто коли коефіцієнт використання місткості протягом доби наближається до одиниці. Складність додержання цієї вимоги полягає в протиріччі між змінами попиту на послуги протягом доби і необхідністю враховувати особливості технології утримання рухомого складу та передбаченого трудовим законодавством режиму роботи водіїв.

Надання транспортних послуг складається з підготовки до перевезень, тобто розробки первинних документів з питань організації експлуатації рухомого складу на лінії. Таким документом є наряд на випуск, що є первинним, розрахунковим планом перевезень. Наряд визначає кількість вагонів, призначених «на лінію», і їхній періодичний розподіл протягом дня, а також основні показники роботи маршруту: тривалість роботи рухомого складу, експлуатаційну швидкість і та ін. На основі наряду складається маршрутний розклад руху, який є основним документом роботи транспортного підприємства з перевезень пасажирів.

У зв'язку з цим на порядок денний поставлене завдання підготовки спеціалістів, здатних використовувати різноманітні методи для розробки первинних документів щодо експлуатації рухомого складу.

### Варіанти до виконання розрахунково-графічного завдання

За останніми двома цифрами залікової книжки вибираються номер варіанта за табл.1. Якщо номер варіанта більше 10, то всі значення помножують на 1,1; якщо номер варіанта більше 20, то всі значення помножують на 1,15; більш 30 – на 1,2 і т.д. З табл.2. вибирають ( за останньою цифрою варіанта) тривалість нульового пробігу  $t_0$ , число робочих днів для ТО-1  $K_p$ , тривалість оборотного рейсу  $T_{об}$  і вид транспорту.

Таблиця 1 – Результати погодинного обстеження максимальних пасажиропотоків на маршруті

Проміжок часу, год	Варіант завдання									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6-7	150	270	145	205	170	135	270	360	100	230
7-8	750	650	425	475	550	402	605	540	280	650
8-9	1270	1235	617	952	1320	742	985	980	880	1470
9-10	1140	1340	710	1010	1140	975	1050	1000	1120	1340
10-11	1030	1230	615	945	1130	640	930	1175	775	1230
11-12	815	985	492	770	985	547	895	860	500	985
12-13	655	655	327	555	755	367	735	780	380	655
13-14	530	560	280	440	530	206	512	550	470	480
14-15	430	670	295	405	530	333	460	590	330	430
15-16	480	670	345	555	580	341	580	710	340	680
16-17	1005	885	492	700	905	502	805	940	420	1005
17-17	1180	1190	595	885	1480	815	1030	1175	750	1280
18-19	1140	1190	595	785	1340	813	1127	1170	800	1140
19-20	802	890	455	585	1102	620	902	870	580	880
20-21	735	735	390	452	935	517	835	780	510	635
21-22	593	633	330	339	593	346	693	524	460	493
22-23	473	573	286	259	473	286	573	365	305	370
23-24	212	412	150	118	212	206	412	150	160	220

Таблиця 2 – Вихідні данні (вибирають варіант за останньою цифрою зал.кн.)

№ вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$T_{об}, \text{хв}$	65	70	50	65	55	60	45	55	65	55
$t_0, \text{хв}$	15	20	25	15	20	25	10	15	20	15
$K_p$	5	6	5	6	7	5	6	5	6	5
Тип РО	ЗИУ—9		ДАК —217		ЮМЗ		Т —3		Т- 3М	

### 1. Побудова діаграми максимального пасажиропотоку

Вихідними даними для розрахунку кількості рухомого складу (РС) і наряду на випуск є діаграма максимального пасажиропотоку. Вона повинна бути отримана на підставі вимірів пасажиропотоків на маршруті. На практиці це робиться так. На маршруті вибирають два-три перегони, на яких спостерігається найбільший пасажиропотік, і в цих перетинах проводять обстеження пасажиропотоків візуальним методом протягом доби. На підставі вимірів будують діаграми розподілу пасажиропотоків за годинами доби в прямому і зворотному напрямках у цих же перетинах. З отриманих діаграм будують «сполучену» діаграму, що виходить шляхом вибору з кожної години спостережень максимального значення пасажиропотоку і називається діаграмою максимального пасажиропотоку [1,2].

Так як для виконання розрахунково-графічного завдання немає можливості практично виконати обстеження, то в завданні (табл. 1.) вже представлена діаграма максимального пасажиропотоку за варіантами. Її будують наступним чином. У декартовій системі координат за отриманим значенням потужності пасажиропотоків напряму маршруту з максимальним пасажиропотоком будуємо діаграму зміни максимального пасажиропотоку за годинами доби. По осі абсцис відкладаємо годинні проміжки часу роботи транспорту з 06 год 00 хв до 24 год 00 хв., по осі ординат – відповідну їм

потужність пасажиропотоку ( $R_i$ ). В результаті одержуємо ступінчасту фігуру – діаграму зміни максимального пасажиропотоку зп годинами доби (рис. 1).

## 2. Визначення необхідної кількості рухомого складу на маршруті

Необхідну кількість РС на маршруті обчислюють для кожної години, використовуючи відповідне значення потужності пасажиропотоку  $R_{\max}$  і значення планованого і часу оборотного рейсу  $T_{\text{об}}$ .

Планове наповнення салону  $V_{\text{мр}}$  залежить від періоду. У «пікові» періоди наповнення максимальне, у «непікові» - середнє.

Всі години доби, в які працює маршрут, розбивають на "пікові" і "непікові". Для їх визначення за діаграмою максимального пасажиропотоку знаходять середню за добу потужність пасажиропотоку

$$R_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{20} R_i}{M}, \quad (1)$$

де  $R_i$  – значення потужності пасажиропотоку в кожен годину, пас/год;

$M$  – кількість годин роботи маршруту, год.

Для визначення "пікових" і "непікових" періодів на діаграму розподілу пасажиропотоків наносять горизонтальну лінію, що відповідає середньому значенню пасажиропотоку. Значення пасажиропотоків, що лежать вище даної лінії, є «піковими», а нижче – «не піковими».

Плановане наповнення для "пікового" часу приймають максимальне на 1 бал, для "непікових" - середнє, що відповідає наповнюванню 2-3 бали. Вибирають наповнення рухомих одиниць згідно табл. 3.

Таблиця 3 — Наповнення рухомих одиниць

Тип РО	1 бал	2 бали	3 бали	4 бали	5 балів
ЗИУ—9	25	45	70 80	100	126
ЗИУ —10	45	65	110	140	164
ДАК —217	45	65	100	130	156
ЮМЗ ( Т — 1 )	45	65	110	140	164
Т —3	35	48	70	95	115
Т- 3М	40	55	100	140	168
КТМ —5М	30	45	90	130	175

Кількість рухомого складу на маршруті за кожну годину визначають за формулою

$$N_{\text{рух } i} = \frac{R_i \cdot T_{\text{об}}}{B_m \cdot 60}, \quad (2)$$

де  $R_i$  - пасажиропотік у  $i$ -ту годину, пас/год;

$T_{\text{об}}$  - час оборотного рейсу, хв.;

$B_m$  - наповнення рухомих одиниць, пас.

На підставі розрахунків будують діаграму розподілу машино-годин. Усі розрахунки можна виконувати за допомогою табл. 4.

Таблиця 4 – Визначення необхідної кількості рухомого складу за годинами доби

Години доби	Пасажиропотік, пас/год.	Наповнювання, пас.	Кількість рухомого складу, од.	Кількість рухомого складу з урахуванням нульових пробігів та інших корегувань, од
6-7				
7-8				
...				
23-24				
	$\Sigma=$	$\Sigma=$		$\Sigma=$

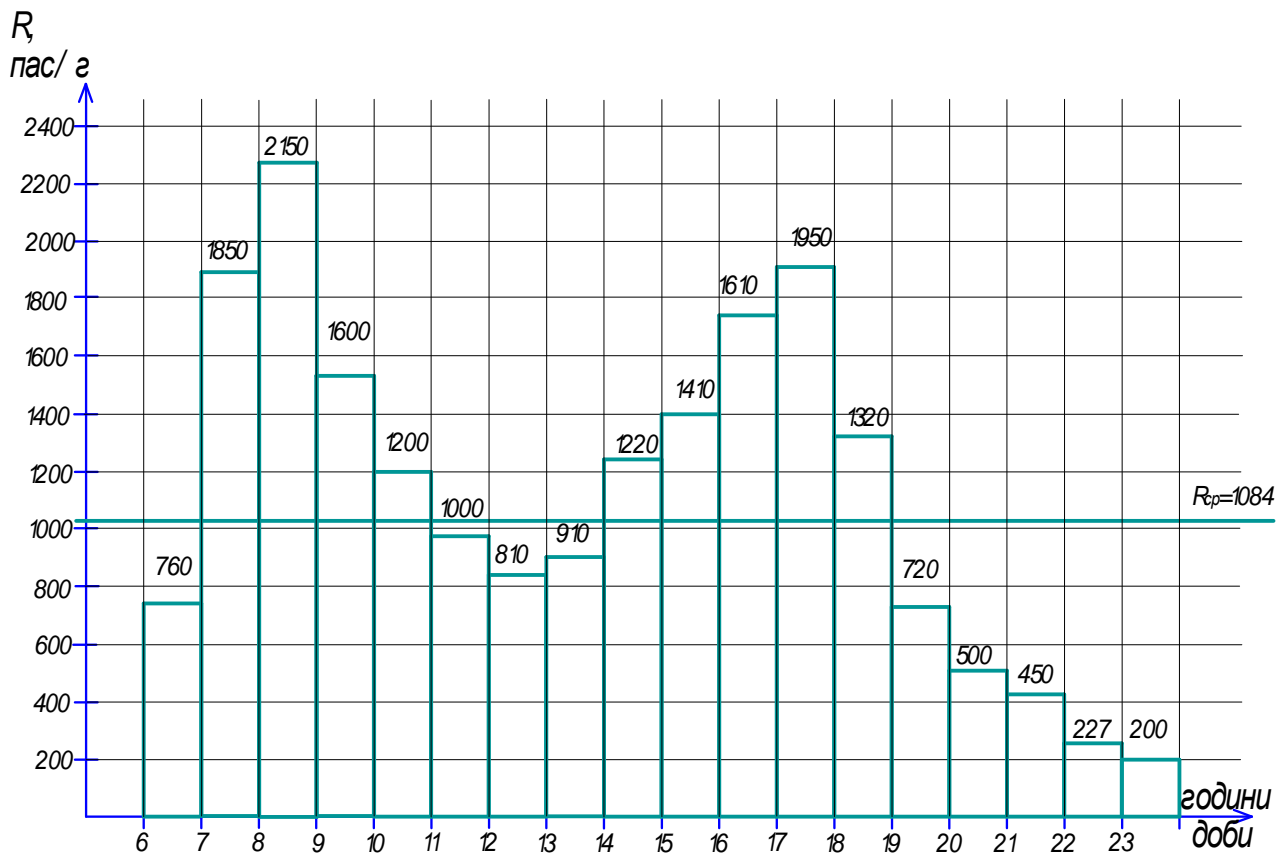


Рис. 1 – Приклад діаграми максимальних пасажиропотоків

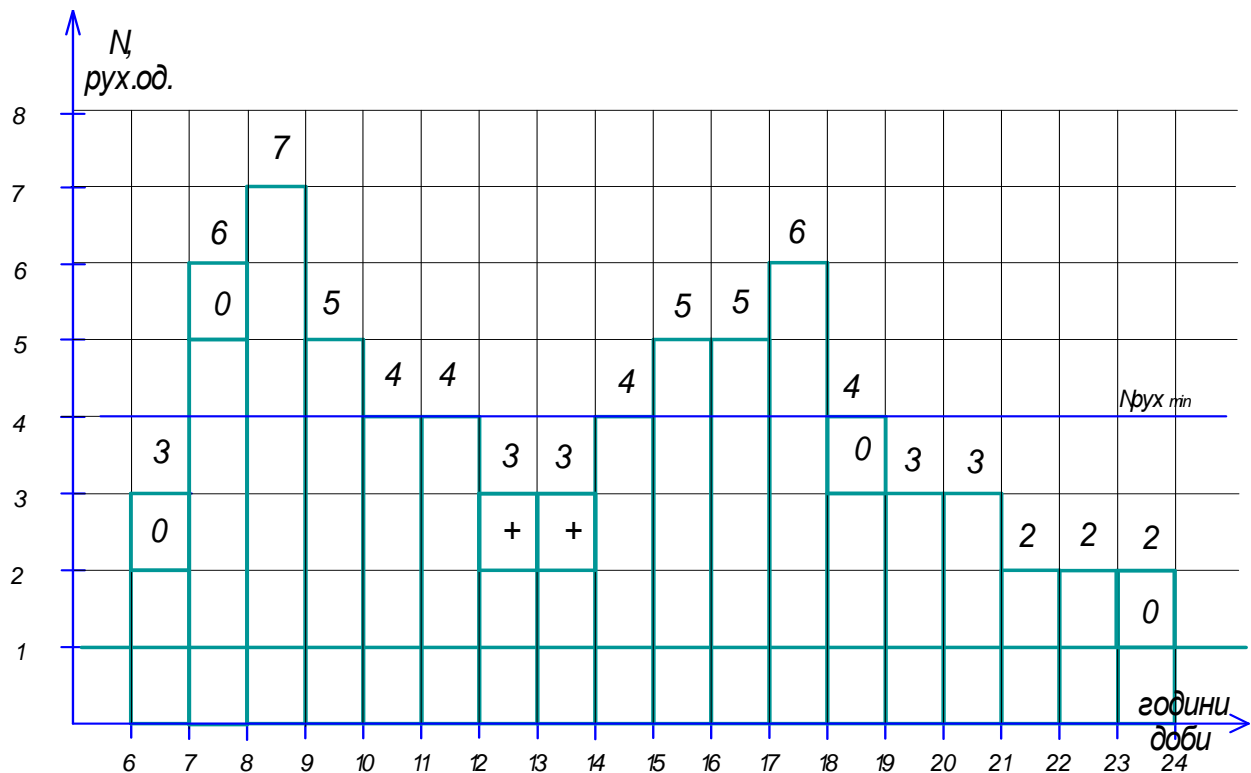


Рис. 2 - Приклад діаграми машино-годин (вагоно-годин) з урахуванням нульових пробігів і мінімальної кількості рухомого складу на маршруті



Може статися так, що за характером коливань діаграма поїздо-годин буде відрізнятися від характеру коливань діаграми пасажиропотоків (діаграми з рис. 1 і рис.2 потрібно будувати одну під одною), тобто будуть з'являтися стовпчики, що значно виступають за межі. В цьому випадку треба збільшити наповнювання у дану годину.

Наряд на випуск повинен забезпечувати мінімальну кількість рухомих одиниць на маршруті в «непікові» періоди. З цією метою кількість машино-годин у кожному стовпці поділяють на максимальний інтервал руху  $i_{max}=15\text{хв.}$  і одержують мінімальну кількість РО:

$$N_{\text{рух}}^{\min} = \frac{T_{\text{об}}}{i_{\text{max}}}, \quad (3)$$

де  $T_{\text{об}}$  – тривалість оборотного рейса в "непікові" часи, хв.;

$i_{\text{max}}$  – максимальний інтервал руху, хв.

Наряд на випуск рухомих одиниць на маршрут враховує загальну тривалість нульових пробігів [1,2]. Нульовий пробіг – це час руху рухомої одиниці від депо до кінцевої станції. Цей час враховують в загальній тривалості часу роботи водія.

Загальну тривалість нульових пробігів розраховують окремо для виходу з депо і заходу рухомих одиниць у депо. Час на нульові пробіги на вихід з депо знаходять як добуток кількості випусків  $N_{\text{вип}}$  на тривалість одного нульового рейсу  $t_0$ .

$$T_0 = N_{\text{вип}} \cdot t_0, \quad (4)$$

де  $T_0$  – загальна кількість машино-годин на нульові пробіги, год.;

$N_{\text{вип}} = N_{\text{max}}$  - кількість випусків;

$t_0$  – тривалість нульового рейсу, хв.

Аналогічно визначають загальну тривалість нульових пробігів на захід у депо.

Поїздо-години на нульові пробіги додаються до відповідних періодів часу на діаграму розподілу рухомого складу за годинами (рис. 2).

### **3. Режими роботи поїзних бригад**

Роботу поїзних бригад – водіїв і кондукторів трамвая і тролейбуса – на лінії організують в повній відповідності з діючим нарядом розподілу поїздів за маршрутами і періодами дня. Рухомий склад, як правило, закріплюють за поїзними бригадами. Це сприяє збільшенню міжремонтних пробігів і дозволяє організувати господарський розрахунок у підрозділах депо і службі руху [1,3].

Наряд на випуск рухомих одиниць на маршрут містить, як правило, такі види змін:

1. Однозмінні випуски. Випуски даного виду змін працюють у періоди ранкового або вечірнього часу «пік», залежно від того, який пік (ранковий або вечірній) пасажирських перевезень переважає на діаграмі максимального пасажиропотоку. Тобто, якщо ранкова потужність пасажиропотоку більше, ніж вечірнього, то однозмінний випуск працюватиме в першу зміну. Тривалість роботи даної зміни 5-10 годин. Інший час рухомий склад знаходиться в депо або працює за іншими маршрутами.

2. Двозмінні випуски. Рухомий склад, що працює на цих випусках виходить на лінію вранці, з початку роботи маршруту, і завершує роботу ввечері, в години закінчення роботи маршруту на лінії. Тобто, години роботи двозмінного випуску - з 5-7 до 21-24 год. і включає дві зміни роботи водіїв із тривалістю роботи 5-12 год. кожна. Наряд передбачає перезміну водіїв рухомого складу, як правило, на кінцевій станції. У середині кожної зміни передбачена обідня перерва.

3. Оглядовий випуск. У наряді оглядові випуски передбачені для можливості проходження двозмінними випусками щотижневого технічного обслуговування. Оглядовий випуск є також двозмінним з тією різницею, що

рухома одиниця в період з 8.00-17.00 (час роботи ремонтної бригади) годин повинна заїхати в депо для технічного обслуговування ТО-1. Тривалість ТО-1 для тролейбусних машин складає 1,7-2,0 год., для трамвайних вагонів – 2,2-2,5 год.. Після проходження ТО-1 рухома одиниця виїжджає з депо і працює іншу зміну. Оглядовий випуск «розривається» на дві зміни, причому тривалість однієї із змін може бути набагато коротше іншої (від 3,5 до 5 годин), тому що необхідний час для проведення ТО-1, а друга зміна від 5 до 12 год.

4. Розривний випуск. У наряді розривні випуски передбачені для роботи в пікові години роботи транспорту. Розривний випуск це одна зміна, що розривається на дві частини. Перша частина зміни працює в ранкову годину „пік”, друга – у вечірню годину „пік”. Тривалість роботи всього випуску дорівнює 8 год. з розривом всередині зміни не менше 3-х і не більше 5 год.. У період «розриву» рухомий склад відстоюється на кінцевій станції або заїжджає в депо для відстою. Тривалість першої або другої частин змін від 3 до 5 год., що в сукупності повинна складати загальну тривалість роботи випуску 8 год.. Нарядом не передбачена обідня перерва для даного випуску.

#### **4.Розрахунок кількості і видів змін**

Для визначення режимів роботи поїзних бригад за діаграмою розподілу поїздо-годин обчислюють кількість і типи змін. Число змін можна визначити, якщо загальну кількість поїздо-годин, що знаходиться на діаграмі розділити на середню тривалість однієї зміни:

$$N_{зм} = \frac{\sum_{i=1}^M N_i}{t_{зм}}, \quad (5)$$

де  $N_{зм}$  - кількість змін;

$N_i$  – кількість машино-(вагоно-)годин у кожній годині, од;

$t_{зм}$  - середня тривалість однієї зміни ( $t_{зм} = 8$  год.).

Випуск – це номер порядку виходу з депо вагона на маршрут упродовж доби. Число випусків встановлюється як максимальне значення вагонів у години «пік»:

$$N_{\text{вип}} = N_i^{\text{max}}. \quad (6)$$

Кількість двозмінних випусків визначається як різниця кількості змін і кількості випусків:

$$N_{\text{дв}} = N_{\text{зм}} - N_{\text{вип}}, \quad (7)$$

Можливо корегування значення кількості двохзмінних випусків графічним способом.

Для проходження всіма поїздами маршруту щотижневого технічного обслуговування (ТО-1) необхідно визначити число двозмінних випусків, які проходять ТО-1 протягом одного дня (оглядові випуски). Кількість оглядових випусків залежить від числа робочих днів ремонтної бригади  $K_p$ .

Ремонтні бригади, що проводять ТО-1, працюють з 8.00 до 17.00. Тривалість ТО-1 для трамвайних вагонів складає 2,0 – 2,5 год., для тролейбусів 1,5 – 2,0 год.

У такий спосіб кількість оглядових випусків визначають за формулою

$$N_{\text{огл}} = \frac{N_{\text{дв}}}{K_p}, \quad (8)$$

де  $K_p$  – кількість днів роботи ремонтної бригади у тиждень, дн.

Кількість однозмінних випусків знаходять як різницю ранкової  $N^{\text{pn}}$  і вечірньої години «пік»  $N^{\text{en}}$ :

$$N_{\text{од}} = |N^{\text{pn}} - N^{\text{en}}|. \quad (9)$$

Число вагонів, що працюють в однозмінному режимі з розривом в середині зміни, обчислюють за формулою

$$N_p = N_{\text{вип}} - N_{\text{дв}} - N_{\text{од}}, \quad (10)$$

Визначивши кількість і види змін, встановлюють межі розміщення на діаграмі поїздо-годин у такій послідовності (знизу до верху): двозмінні, оглядові, розривні, однозмінні випуски (див. рис. 2).

## **5. Графоаналітичний метод формування змін**

Формування змін здійснюють графоаналітичним методом, що базується на такому принципі: не змінюючи сумарного числа поїздо-годин (кліток) у межах однієї години (стовпця), пересувають поїздо-години, домагаючись по кожному випуску (ряду) оптимальної тривалості змін (рис.3)

Мета графоаналітичного методу – одержати максимальну кількість змін з оптимальною тривалістю або близькою до неї, дотримуючись умови наступних обмежень:

- 1) трудовим законодавством встановлена мінімальна тривалість зміни – 3,5 год., максимальна – 12 годин;
- 2) тривалість обідньої перерви знаходиться в межах від 16 хв. до 2 годин;
- 3) обідні перерви надають у визначені періоди в залежності від загальної тривалості однієї зміни. Якщо тривалість зміни не більше 5 год., обідню перерву не надають. Якщо тривалість зміни від 6 до 9 - годин обідня перерва надається не раніше, ніж після двох годин роботи водія і повинна закінчитися не пізніше ніж за дві години до закінчення зміни. При тривалості зміни більше 9 годин - цей час не повинен бути менше 3 годин;
- 4) обідню перерву не надають в годину «пік» і розривним змінам.

Порядок формування змін здійснюють в такій послідовності:

- 1) на початку формують однозмінні випуски (бажано по 8 годин), але тривалість зміни може бути до 5 годин. Машино-години пересувають з області двохзмінних випусків тільки з боків (із середини двохзмінних випусків брати машино-години не потрібно,

тому що їх не треба розривати). Години, що їх пересувають зі свого місця, позначають знаком «-» , а ті що проставляються – знаком «+». Якщо годин не достатньо – їх беруть з області розривних. Даний процес показаний стрілкою на рис. 3;

- 2) далі формують двозмінні випуски. Поділяють кількість поїздо-годин у кожному рядку навпіл, тобто знаходять попередній час перезміни водіїв;
- 3) в області оглядових випусків формують спочатку першу зміну, потім час на проходження ТО-1, далі формують другу зміну випуску, беручи машино-години, яких недостатньо, з області двохзмінних і розривних;
- 4) обчислюють сумарну тривалість обідніх перерв. Для цього в зоні розривних змін підраховують кількість наявних поїздо-годин (вони відмічені крапками на рис.3) і порівнюють їх з рекомендованими. Кількість поїздо-годин, що рекомендують виділити на перерви, у зоні розривних змін визначають як добуток кількості розривних змін  $N_p$  на тривалість зміни (8 год.). Різниця цих годин і є загальна кількість годин на обідні перерви;
- 5) підраховують кількість обідніх перерв, враховуючі яким змінам потрібно врахувати перерву;
- 6) планують перерви всередині змін однозмінних і двозмінних випусків для першої і другої змін, а також оглядових, виходячи із загальної тривалості обідніх перерв;
- 7) одночасно формують розривні зміни віддаючи поїздо-години, призначені для обіду розривним випускам, і тим самим створюючи необхідну їхню тривалість. Даний процес зафіксований стрілкою на рис.3.

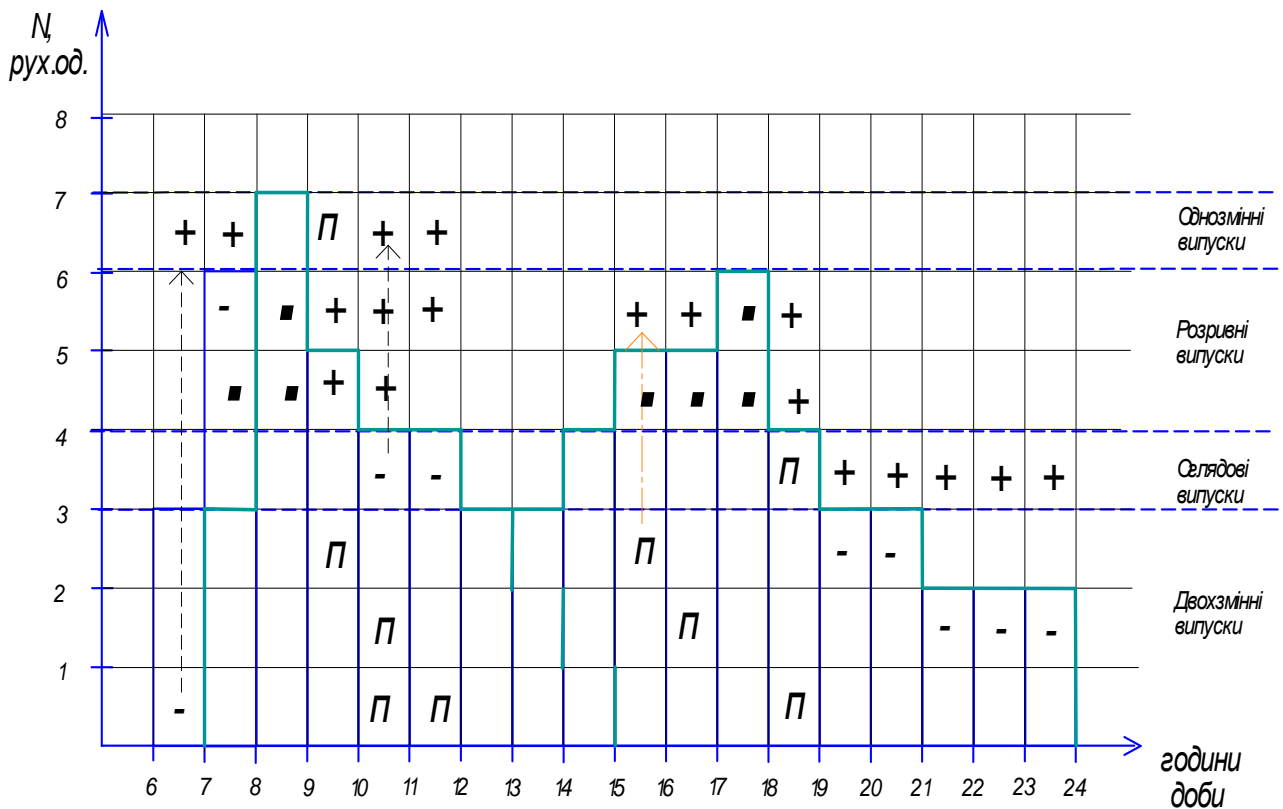


Рис. 3 – Приклад графоаналітичного методу формування змін

## 6. Розрахунок техніко-експлуатаційних показників використання рухомого складу

Використовуючи наряд на випуск рухомих одиниць на маршруті, розрахуємо техніко-експлуатаційні показники використання рухомого складу.

Середньодобове перебування рухомого складу на лінії розраховують за формулою

$$t_{\text{сд}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{вип } i}}{N_{\text{вип}}}, \quad (11)$$

де  $\sum_{i=1}^n t_{\text{вип } i}$  - сума тривалості роботи випусків, год;

$N_{\text{вип}}$  – кількість випусків.

Коефіцієнт використання рухомих одиниць визначають за формулою

$$K_{вик} = \frac{\sum N_i}{N_{вип} \cdot T_m}, \quad (12)$$

де  $N_i$  - загальна кількість поїздо-годин;

$T_m$  – період роботи маршруту, год.

Коефіцієнт використання місткості рухомого складу на маршруті визначають за формулою

$$K_{міст} = \frac{\sum B_{m_i}}{N_{вип} \cdot B_{m_{max}}}, \quad (13)$$

де  $\sum B_{m_i}$  – загальне наповнення усіх рухомих одиниць за всі години роботи маршруту (знаходиться по третьому стовпчику табл. 4);

$N_{вип}$  – кількість випусків.

Пробіг рухомих одиниць на маршруті визначають за формулою

$$П = N_{пyx} \cdot V_{ек} \cdot t_{сд} \cdot 365, \quad (14)$$

де  $П$  - пробіг на маршруті, км;

$V_{ек}$  – експлуатаційна швидкість по маршруту, км/год.

На основі проведених розрахунків роблять висновки.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ефремов И.С., Кобозев В.И., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок. – М.: Высш. Шк., 1980. – 526 с.
2. Варелопуло Г.А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте. – М.: Транспорт, 1990. – 208 с.
3. Кульбашна Н.І., Тарновецька А.Г. Організація руху МЕТ: Конспект лекцій – Харків: ХНАМГ, 2004. – 80 с.
4. Самойлов Д.С. Городской транспорт. – М.: Стройиздат, 1983. – 384 с.
5. Коганов Б.С., Лившиц Д.М. Экономика городского пассажирского транспорта. – М.: Стройиздат, 1983. - 250 с.
6. Коссой Ю.М. Городской электрический транспорт: Экономика. Управление. Организация. – М.: Стройиздат, 1983. -252 с.

## Навчальне видання

Методичні вказівки до розрахунково-графічного завдання „Організація експлуатації міського електротранспорту ” (для студентів 4 курсу заочної форми навчання та ФПЗ спеціальності 7.092202 - „Електричний транспорт”)

Укладач : Надія Іванівна Кульбашна

Редактор: М.З. Аляб'єв

План 2008, поз. 451 М

---

Підп. до друку 24.06.2008	Формат 60 x 80 1/16	Папір офісний.
Друк на ризографі	Обл. – вид. арк. 1,2.	Умовн. – друк. арк. 0,9
Тираж 200 прим.	Замовл. №	

---

61002,	Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12
--------	-----------------------------------

---

Сектор оперативної поліграфії при ІОЦ ХНАМГ
61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

---